

日本大学大学院

学生員○岡村雄樹

東京大学生産技術研究所 正会員 小林一輔

1. はしがき

鋼繊維補強コンクリートの短所の1つは、図1に示すように繊維混入率の増加にともなってそのコンシステンシーが著しく低下することである。これは混入した鋼繊維の全表面積が同一容積の骨材に比べて著しく大きくなるためにこれらの表面に多量の水分が吸着されること、ガラス繊維に比べてヤング率が高い上に直径が大きいので(0.3~0.5 mm)繊維の剛性が大きくなり、形状の著しく不良な骨材を使用したのと同様な影響を受けることなどによる。本文では主として、スランプ試験によりコンシステンシーが評価できる範囲のコンシステンシーのコンクリートを取りあげ検討を行なったものである。

2. 使用材料

鋼繊維は寸法が $0.5 \times 0.5 \times 30$ mm (アスペクト比 60) のせん断品を用いた。粗骨材は最大寸法が10 mmの碎石、細骨材は川砂(FM300)を用い、セメントは早強ポルトランドセメントを使用した。

3. 鋼繊維のコンクリートへの混入方法

練り混ぜには強制攪拌式ミキサーを使用し、鋼繊維の混入方法については種々検討した結果、先ずコンクリートのみを練り混ぜ、次に攪拌中のコンクリートに少量づつ鋼繊維を添加する方法を採用した。

4. 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす各種要因の影響

鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーは、基本的には鋼繊維の混入率と基準コンクリートの性質(細骨材率、水セメント比、スランプ)によって支配される。なお其他の重要な要因としては鋼繊維の形状特性(長さ、断面寸法、表面状態)がある。図1は鋼繊維の混入率がコンシステンシーに及ぼす影響を示したもので、これによると繊維を容積百分率で1%混入することにより、コンクリートのスランプは約5 cm低下している。一般に鋼繊維を用いて顕著な補強効果を得るためには、2%程度の繊維を混入する必要があるが、多少なりともスランプを生ずるような鋼繊維補強コンクリートを得ようとするれば、基準コンクリートとしては少なくとも10 cm程度以上のスランプを必要とすることになる。図2は鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす細骨材率の影響を示したものである。この図より明らかなように、或る一定のスランプの基準コンクリートに所定量の鋼繊維を混入した場合のコンシステンシーの変化の度合は細骨材率によって相当に異なり、細骨材率の値が小さくなるほどコンシステンシーは大きくなる。これは、鋼繊維を結合するモルタルの量が細骨材率が小さい場合ほど少なくなることを考えれば当然のことである。図3は鋼繊維の混入によるコンシステンシーの減少量と基準コンクリートのスランプとの関係を細骨材率別に示したものである。これによると、細骨材率の値

が比較的小さく、40%程度の場合には基準コンクリートのスランプが大きい程スランプの減少量も大きくなり、この傾向は繊維量を増すとともに顕著となる。しかし、細骨材率が60%以上になるとスランプの減少量は繊維混入率が一定ならば基準コンクリートのスランプの値如何にかかわらずほぼ一定となる。また比較的多量の鋼繊維を混入して所定の

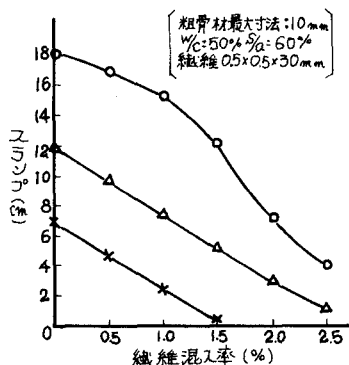


図1 鋼繊維の混入率とスランプとの関係

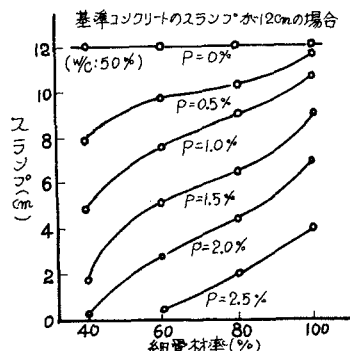


図2 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす細骨材率の影響

スランブを得るためには、細骨材率を或る程度大きくしてしかも基準コンクリートのスランブを所要のスランブに応じて大きくする必要があることが認められる。図4はスランブが12cmの基準コンクリートに鋼繊維を混入した場合の、基準コンクリートの水セメント比との関係を示したものである。この図によれば、水セメント比の小さい場合ほどスランブの変化は少なくなる傾向を示すが、これは、細骨材率の影響の個所で述べたと同様の理由、すなわちコンクリート中におけるモルタル量の差に基づくものと考えられる。

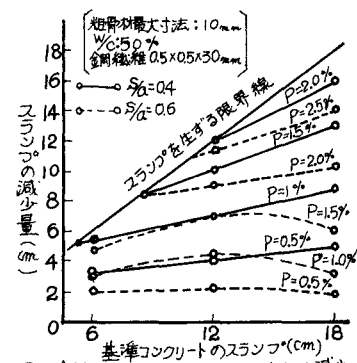


図3 鋼繊維の混入によるコンシステンシーの減少と基準コンクリートのスランブとの関係

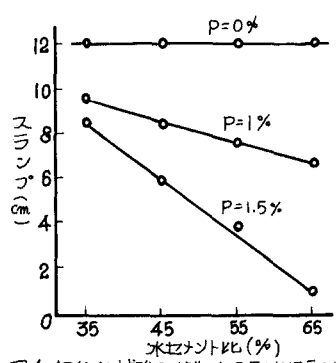


図4 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす水セメント比の影響

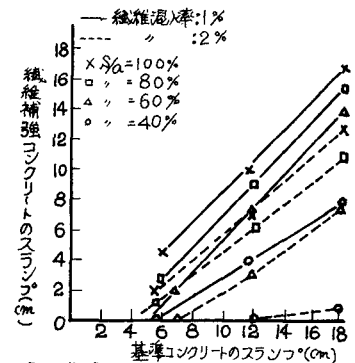


図5 鋼繊維補強コンクリートのスランブと基準コンクリートのスランブとの関係

5 鋼繊維補強コンクリートの配合設計を行なう場合に必要資料

図5は水セメント比50%の基準コンクリートに0.5×0.5×30mmの鋼繊維を混入した場合における基準コンクリートのスランブと繊維混入後のスランブとの関係を示したものである。この図により明らかなように両者の間には直線的な関係が成立することが認められ、その傾斜に相当する値、すなわち鋼繊維補強コンクリートのスランブを1cm変化させるために必要な基準コンクリートのスランブの変化量は表1に示すように、細骨材率及び繊維混入率によって異なるが、大体において1.0～1.5cmである。図5を用いれば、所要のスランブの鋼繊維補強コンクリートを得るためには基準コンクリートのスランブを、採用する細骨材率の値に応じて定めることができるが、細骨材率の値としては単位セメント量が最小となるような値を求める必要がある。図6はこの目的に利用できるように作成されたものであって、鋼繊維補強コンクリートの所要スランブが5cm、8cmの場合について示してある。この図より、繊維混入率が1%程度の場合に細骨材率を60%程度とすることが適当で、2%程度になると、最適細骨材率の値も大きくなり約75%程度となる。また図6より明らかなように数cmのスランブの鋼繊維補強コンクリートを得ようとすれば、その単位セメント量も相当に大きくなるが、このことは乾燥収縮その他の点で決して好ましいことでない。表2はこの問題に対する対策の1つとして試みたもので、市販の高性能減水剤を添加することにより所要のスランブで鋼繊維補強コンクリートの単位セメント量を約15%程度減ずることが可能であり、この方法は上記の問題を解決する手がありであると思われる。

表-1 鋼繊維補強コンクリートのスランブを1cm変化させるに必要な基準コンクリートのスランブの変化量

P	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%
S/A	1.0cm	1.0cm	1.2cm	1.2cm
100%	1.0cm	1.0cm	1.2cm	1.2cm
80%	1.0	1.0	1.3	1.3
60%	1.0	1.0	1.5	1.7
40%	1.0	1.5	2.0	—

P:繊維混入率

表-2 単位セメント量の減少に対する高性能減水剤の効果 (高性能減水剤:C×1.5%)

S/A (%)	種別	セメント量 (Kg/m³)	比
60	プレーン	410	1.00
	減水剤	350	0.85
80	プレーン	434	1.00
	減水剤	366	0.84

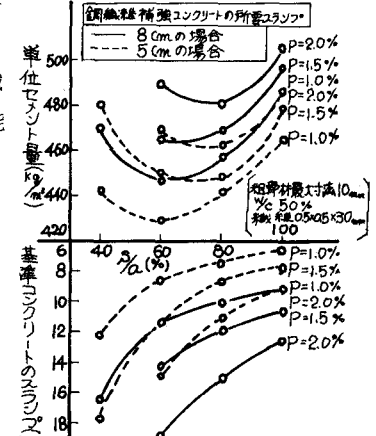


図6 鋼繊維補強コンクリートにおいて所要のスランブを得るのに必要な基準コンクリートの配合、スランブおよび繊維混入率の関係